Université Mohammed V

Faculté des Sciences

Rabat

Année universitaire 2014-2015

Semestre 2 Optique 1

Exercice I (1/2 point par question)

Un rayon lumineux rouge voyage dans le vide avec une fréquence $\nu_0 = 4,62 \times 10^{14}$ **Hz** et rencontre un milieu d'indice $n = 1.5$.

1) Calculer λo sa longueur d'onde dans le vide.
2) Calculer λ sa longueur d'onde dans ce milieu.
3) Calculer V sa vitesse dans le milieu
4) Calculer ν sa fréquence dans ce milieu
5) De quelle couleur est cette radiation ? Justifier votre réponse

On donne les longueurs d'onde dans le vide : Le rouge entre **625 nm** et **740 nm** et le violet entre **380 nm** et **446 nm**. La vitesse de la lumière dans le vide est $c = 3 \times 10^8$ **m/s**

Exercice II (1/2 point par question)

Partie A : Sur un timbre-poste de dimensions **S=3 cm x 2 cm, un** détail a une largeur de ℓ **= 1 mm.** On utilise une lentille convergente de de centre **O** et de distance focale $\overline{OF'}$ **= 4 cm.** On obtient une image virtuelle située à **40 cm** de la lentille supposée mince. Calculer :

1) La position de l'objet $\overline{OA}$
2) Le grandissement transversal γ_t
3) La grandeur de l'image ℓ'
4) Le grandissement axial γ_a
5) La dimension S' timbre vu à travers la loupe

Partie B: Un observateur avec une vision normale regarde ce détail à travers cette loupe. On considère que l'œil est collé à la loupe. Le minimum de vision distincte $d_m = 25$ **cm.** Calculer :

1) L'angle α sous lequel l'observateur voit le timbre à l'œil nu
2) L'angle α' sous lequel l'observateur voit le timbre à travers la loupe
3) **a-** Le grossissement angulaire G. **b-** Quelle information peut-on tirer de ce calcul ?
4) **a-** Le grossissement angulaire intrinsèque (commercial) G_c. **b-** A quoi sert-il ?
5) La puissance intrinsèque $\mathcal{P}_i$
6) La latitude de mise au point $\mathcal{L}$

exosup.com

exosup.com page facebook

Université Mohammed V

Faculté des Sciences

Rabat

Année universitaire 2014-2015

Semestre 2 Optique 1

Exercice I (1/2 point par question)

Un rayon lumineux rouge voyage dans le vide avec une fréquence $\nu_o = 4,62\times10^{14}$ **Hz** et rencontre un milieu d'indice **n = 1.5**.

1) Calculer λo sa longueur d'onde dans le vide.
2) Calculer λ sa longueur d'onde dans ce milieu.
3) Calculer V sa vitesse dans le milieu
4) Calculer ν sa fréquence dans ce milieu
5) De quelle couleur est cette radiation ? Justifier votre réponse

On donne les longueurs d'onde dans le vide : Le rouge entre **625 nm** et **740 nm** et le violet entre **380 nm** et **446 nm**. La vitesse de la lumière dans le vide est $c = 3\times10^8$ **m/s**

Exercice II (1/2 point par question)

Partie A : Sur un timbre-poste de dimensions **S=3 cm x 2 cm**, un détail a une largeur de ℓ **= 1 mm**. On utilise une lentille convergente de de centre **O** et de distance focale $\overline{OF'}$ **= 4 cm**. On obtient une image virtuelle située à **40 cm** de la lentille supposée mince. Calculer :

1) La position de l'objet $\overline{OA}$
2) Le grandissement transversal $\overline{\gamma}_t$
3) La grandeur de l'image ℓ'
4) Le grandissement axial $\overline{\gamma}_a$
5) La dimension S' timbre vu à travers la loupe

Partie B: Un observateur avec une vision normale regarde ce détail à travers cette loupe. On considère que l'œil est collé à la loupe. Le minimum de vision distincte $d_m = 25$ **cm**. Calculer :

1) L'angle α sous lequel l'observateur voit le timbre à l'œil nu
2) L'angle α' sous lequel l'observateur voit le timbre à travers la loupe
3) **a-** Le grossissement angulaire G. **b-** Quelle information peut-on tirer de ce calcul ?
4) **a-** Le grossissement angulaire intrinsèque (commercial) G_c. **b-** A quoi sert-il ?
5) La puissance intrinsèque $\mathcal{P}_i$
6) La latitude de mise au point $\mathcal{L}$

exosup.com

exosup.com page facebook

Exercice III (1/2 point par question. 1 point question B3)

Partie A: Un bloc de verre d'indice $n_2 = n$ limité par deux dioptres sphériques 1 (sommet S_1 et centre C_1) et 2 (sommet S_2 et de centre C_2) est placé dans l'air d'indice $n_1=1$. (Voir figure sur papier millimétré). Les deux dioptres ont le même rayon de courbure de **10 cm**. Le dioptre 1 donne d'un objet réel $\overline{A_1B_1}$ une image $\overline{A_2B_2}$ et le dioptre 2 donne une image $\overline{A_3B_3}$

1) Placer les centres C_1 et C_2 sur la figure du papier millimétré.
2) Ecrire les relations de conjugaison du **a**-1er dioptre et **b**- 2ème dioptre.
3) Pourquoi doit-on travailler dans les conditions de Gauss (approximation paraxiale)?

On considère que S_1 et S_2 sont confondus. On note $S_1=S_2$

4) Donner une relation simplifiée entre $\overline{S_1A_1}$, $\overline{S_1A_3}$, $\overline{S_1C_1}$ et **n**
5) **a**- Déterminer l'expression des foyers de ce système **a**- objet $\overline{S_1F_{sys}}$ et **b**- image $\overline{S_1F'_{sys}}$. **c**- Quel est leur signe ?
6) On pose $S_1 = O_1$
   a- Que devient la relation de la question 4 ? **b**- Quel est cet élément optique qu'on notera L_1?
7) Calculer la position par rapport à O_1 **a**- Des foyers objet et image. **b**- De l'image A_3B_3 d'un objet placé à **20 cm** en avant de O_1.

Partie B: On place une lentille divergente de centre **O'** à **12 cm** en arrière du centre O_1 du système précédent. Les foyers de cette lentille sont à **15 cm** de son centre.

1) Trouver la position de l'image finale $\overline{O'A'_3}$
2) Calculer le grandissement transversal $\overline{\gamma}_{tn}$ de ce système de deux lentilles L_1 et **L'**
3) Faire une construction géométrique sur papier millimétré.

Exercice IV (1/2 point par question)

Un rayon lumineux tombe avec un angle **i = 45°** sur un miroir plan. (Voir figure sur papier millimétré)

1) Quel doit être l'angle θ du miroir par rapport au rayon incident pour avoir une déviation **D = 90°** du rayon réfléchi.
   Le rayon réfléchi rencontre la face **AB** d'un prisme **ABC** rectangle en **B** d'indice **n=1.5**
2) Quelle est la condition de réflexion totale interne sur la face **AC** ?
3) Quel doit être la valeur de **α** pour que le rayon réfléchi sur **AC** soit perpendiculaire au rayon incident sur **AC**.
4) Quels sont les angles **a**- d'incidence **i'** et **b**- de réfraction **r'** sur la face **BC** ?
5) Si on associe les éléments optiques de l'exercice III avec ceux de l'exercice IV, quel appareil pourrait-on construire ? Faire un schéma explicatif.

exosup.com page facebook

Exercice III (1/2 point par question. 1 point question B3)

Partie A: Un bloc de verre d'indice $n_2 = n$ limité par deux dioptres sphériques 1 (sommet S_1 et centre C_1) et 2 (sommet S_2 et de centre C_2) est placé dans l'air d'indice $n_1=1$. (Voir figure sur papier millimétré). Les deux dioptres ont le même rayon de courbure de **10 cm**. Le dioptre 1 donne d'un objet réel $\overline{A_1B_1}$ une image $\overline{A_2B_2}$ et le dioptre 2 donne une image $\overline{A_3B_3}$

1) Placer les centres C_1 et C_2 sur la figure du papier millimétré.
2) Ecrire les relations de conjugaison du **a**-1er dioptre et **b**- 2ème dioptre.
3) Pourquoi doit-on travailler dans les conditions de Gauss (approximation paraxiale)?

On considère que S_1 et S_2 sont confondus. On note $S_1=S_2$

4) Donner une relation simplifiée entre $\overline{S_1A_1}$, $\overline{S_1A_3}$, $\overline{S_1C_1}$ et **n**
5) **a**- Déterminer l'expression des foyers de ce système **a**- objet $\overline{S_1F_{sys}}$ et **b**- image $\overline{S_1F'_{sys}}$. **c**- Quel est leur signe ?
6) On pose $S_1 = O_1$

   a- Que devient la relation de la question 4 ? **b**- Quel est cet élément optique qu'on notera L_1?
7) Calculer la position par rapport à O_1 **a**- Des foyers objet et image. **b**- De l'image A_3B_3 d'un objet placé à **20 cm** en avant de O_1.

Partie B: On place une lentille divergente de centre **O'** à **12 cm** en arrière du centre O_1 du système précédent. Les foyers de cette lentille sont à **15 cm** de son centre.

1) Trouver la position de l'image finale $\overline{O'A'_3}$
2) Calculer le grandissement transversal $\overline{\gamma}_{tn}$ de ce système de deux lentilles L_1 et **L'**
3) Faire une construction géométrique sur papier millimétré.

Exercice IV (1/2 point par question)

Un rayon lumineux tombe avec un angle **i = 45°** sur un miroir plan. (Voir figure sur papier millimétré)

1) Quel doit être l'angle θ du miroir par rapport au rayon incident pour avoir une déviation **D = 90°** du rayon réfléchi.

   Le rayon réfléchi rencontre la face **AB** d'un prisme **ABC** rectangle en **B** d'indice **n=1.5**
2) Quelle est la condition de réflexion totale interne sur la face **AC** ?
3) Quel doit être la valeur de α pour que le rayon réfléchi sur **AC** soit perpendiculaire au rayon incident sur **AC**.
4) Quels sont les angles **a**- d'incidence **i'** et **b**- de réfraction **r'** sur la face **BC** ?
5) Si on associe les éléments optiques de l'exercice III avec ceux de l'exercice IV, quel appareil pourrait-on construire ? Faire un schéma explicatif.

exosup.com

exosup.com page facebook

NOTER SUR 40 ET DIVISER LA NOTE PAR 2 POUR EVITER DE RAMASSER LES $\frac{1}{2}$ POINTS. :)

EXERCICE I

1) $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3.10^8}{4,62.10^{14}} = 650 nm$

2) $\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{650}{1,5} = 433 nm$

3) $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1,5} = 2.10^8 m/s$

4) $\nu = \frac{v}{\lambda} = \frac{2.10^8}{433.10^{-9}} = 4,62.10^{14} Hz$

5) ROUGE. LA FREQUENCE EST INDEPENDANTE DU MILIEU $\Delta E = h\nu$
$\nu = \Delta E / h$ NE DEPEND QUE DE LA SOURCE ET DE SES NIVEAUX D'ENERGIE $\Delta E = E_2 - E_1$. LA COULEUR VISIBLE A L'OEIL EST ASSOCIÉE A LA FREQUENCE $\nu = \nu_0 = Cste$.
LA LONGUEUR D'ONDE $\lambda_0 \neq \lambda$ ET DEPEND DU MILIEU DE PROPAGATION.

Exercice II

PARTIE A :

1) $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA} = \frac{\overline{OF'} \times \overline{OA'}}{\overline{OF'} - \overline{OA'}} = \frac{(+4)(-40)}{+4-(-40)}$

$\overline{OA} = -3,64 cm$

2) $\gamma_t = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-40}{-3,64} = +11$

3) $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{l'}{l} \Rightarrow l' = \gamma_t \times l = (+11) \times (1mm) = +11 mm$

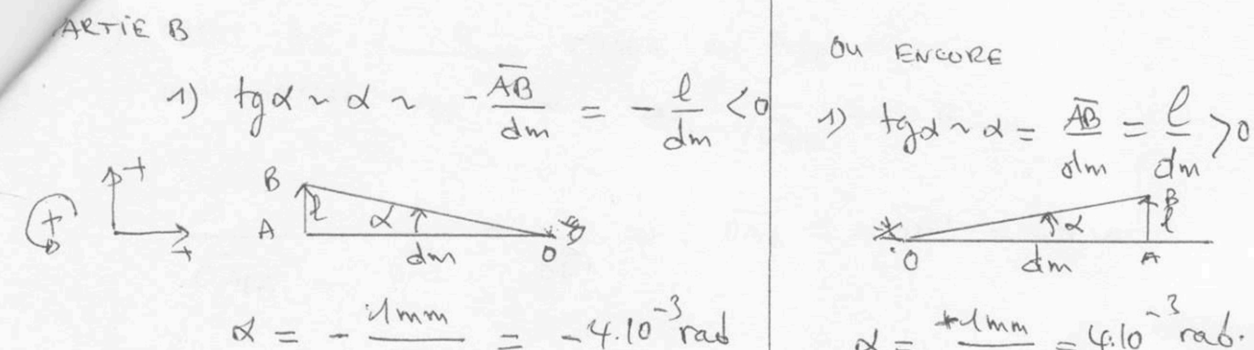
4) $\gamma_a = \gamma_t^2 = (11)^2 = 121$ $\quad S = 3 \times 2 = 6 cm^2$

5) $\gamma_a = \frac{S'}{S} \Rightarrow S' = \gamma_a \times S = 121 \times 6 = 726 cm^2$

exosup.com
exosup.com page facebook

PARTIE B

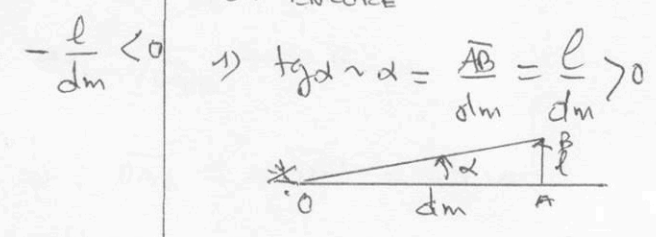
1) $\operatorname{tg}\alpha \simeq \alpha \simeq -\dfrac{\overline{AB}}{dm} = -\dfrac{\ell}{dm} < 0$



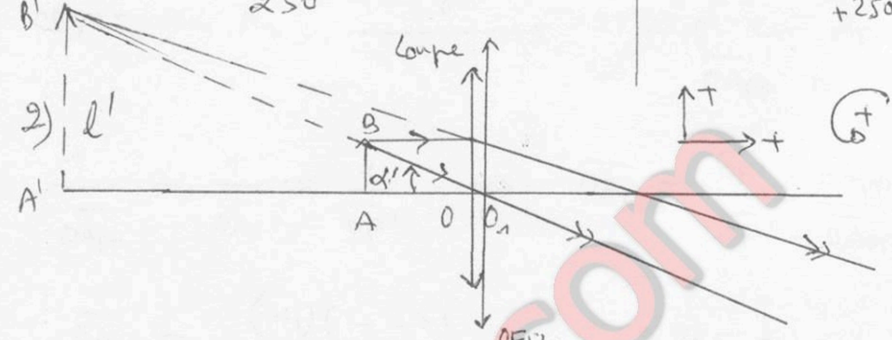
$\alpha = -\dfrac{1\,mm}{250} = -4.10^{-3}$ rad

OU ENCORE

1) $\operatorname{tg}\alpha \simeq \alpha = \dfrac{\overline{AB}}{dm} = \dfrac{\ell}{dm} > 0$



$\alpha = \dfrac{+1\,mm}{+250} = 4.10^{-3}$ rad.



$\operatorname{tg}\alpha' = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{OA'}} = \dfrac{\overline{AB}}{\overline{OA}} \simeq \alpha' < 0$ $\quad O \equiv O_1$ OEIL COLLÉ A LA LOUPE.

$\alpha' = \dfrac{1\,mm}{-36{,}4} = -27{,}5.10^{-3}$ rad. ou ENCORE ($\alpha' = +27{,}5 \cdot 10^{-3}$ rad)

3) ⓐ $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{-27{,}5.10^{-3}}{-4.10^{-3}} = 6{,}87$

ⓑ L'observateur voit l'image sous un angle 6,87 fois plus grand que lorsqu'il voit l'objet à l'œil nu.

4) ⓐ $G_c = \dfrac{-\overline{AB}/\overline{OF}}{-\overline{AB}/dm} = \dfrac{dm}{\overline{OF'}} = \dfrac{25}{4} = 6{,}25.$

ⓑ IL SERT AUX FABRICANTS POUR REPERTORIER LES LOUPES SELON DES CHIFFRES CALCULÉS ET MESURÉS EN POSANT L'OBJET AU FOYER F DE LA LOUPE.

5) $\mathcal{D}_i = \dfrac{1}{\overline{OF'}} = \dfrac{1}{0{,}04} = 25\ \delta$

exosup.com

exosup.com page facebook

6) OBJET A_2 $\xrightarrow{O}$ IMAGE en A_{PR}

ŒIL NORMAL : $A_{PR} \to \infty \Rightarrow 1/\overline{OA_{PR}} \to 0$

$$\frac{1}{\overline{OA_{PR}}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA_2} = -\overline{OF'} = -4 \text{ cm}$$

OBJET en A_1 $\xrightarrow{O}$ IMAGE en A_{PP} (25 cm)

$\overline{OA_{PP}} = -25 \text{ cm}$

$$\frac{1}{\overline{OA_{PP}}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA_1} = \frac{\overline{OF'} \times \overline{OA_{PP}}}{\overline{OF'} - \overline{OA_{PP}}}$$

$$\overline{OA_1} = \frac{(+4)(-25)}{+4-(-25)} = -3{,}45 \text{ cm}$$

$$\mathcal{L} = \overline{A_2A_1} = \overline{A_2O} + \overline{OA_1} = \overline{OA_1} - \overline{OA_2}$$

$$\mathcal{L} = -3{,}45 - (-4) = +0{,}55 \text{ cm.}$$

EXERCICE III

1) FEUILLE SEPAREE

2) (a) $A_1 \xrightarrow{S_1} A_2$

$$\frac{n}{\overline{S_1A_2}} - \frac{1}{\overline{S_1A_1}} = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}}$$

(b) $A_2 \xrightarrow{S_2} A_3$

$$\frac{1}{\overline{S_2A_3}} - \frac{n}{\overline{S_2A_2}} = \frac{1-n}{\overline{S_2C_2}} = +\frac{n-1}{\overline{S_1C_1}}$$

3) LES RAYONS LOIN DE L'AXE OPTIQUE NE PARTICIPENT PAS A LA FORMATION DE L'IMAGE A' D'UN POINT A. PAS DE STIGMATISME. BIEN QUE INVISIBLES POUR L'ŒIL ET NE RENTRENT PAS DANS LA CONSTRUCTION DE A', CES RAYONS SONT PRESENTS TOUT AUTOUR DE A' ET PEUVENT NUIRE A LA QUALITÉ DU POINT A'.

exosup.com
exosup.com page facebook

4) $S_1 \equiv S_2$ $\overline{S_1C_1} = -\overline{S_2C_2}$

$$\frac{n}{\overline{S_1A_2}} - \frac{1}{\overline{S_1A_1}} = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}}$$

$$\frac{1}{\overline{S_1A_3}} - \frac{n}{\overline{S_1A_2}} = \frac{1-n}{(-\overline{S_1C_1})} = \frac{n-1}{\overline{S_1C_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{S_1A_3}} - \frac{1}{\overline{S_1A_1}} = 2\frac{(n-1)}{\overline{S_1C_1}}$$

5) ⓐ $A_1 \to \infty$ $A_3 \equiv F'_{syst}$ $\overline{S_1F'_{syst}} = \frac{\overline{S_1C_1}}{2(n-1)}$

ⓑ $A_1 \equiv F_{syst}$ $A_3 \to \infty$ $\overline{S_1F_{syst}} = -\frac{\overline{S_1C_1}}{2(n-1)}$

c) $\overline{S_1F_{syst}} < 0$ $\overline{S_1F'_{syst}} > 0$

6) $S_1 \equiv O_1$

ⓐ $\frac{1}{\overline{O_1A_3}} - \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{\overline{O_1F'_{syst}}}$ ⓑ Lentille Convergente

7) ⓐ $\overline{O_1F_{syst}} = -\frac{\overline{S_1C_1}}{2(n-1)} = -\frac{10}{2(1{,}5-1)} = -10\text{ cm}$

ⓑ $\overline{O_1F'_{syst}} = \frac{\overline{S_1C_1}}{2(n-1)} = \frac{10}{2(1{,}5-1)} = +10\text{ cm}$

ⓒ $\frac{1}{\overline{O_1A_3}} - \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{\overline{O_1F'_{syst}}}$

$$\overline{O_1A_3} = \frac{\overline{O_1F'_{syst}} \times \overline{O_1A_1}}{\overline{O_1F'_{syst}} + \overline{O_1A_1}} = \frac{(10)(-20)}{10-20} = +20\text{ cm}$$

exosup.com page facebook

PARTIE B

$$A_3 \xrightarrow{O'} A_3'$$

1) $\overline{O_1O'} = +12$ cm $\qquad \overline{O'F'} = -15$ cm

$$\frac{1}{\overline{O'A_3'}} - \frac{1}{\overline{O'A_3}} = \frac{1}{\overline{O'F'}}$$

$$\overline{O'A_3'} = \frac{\overline{O'A_3'} \times \overline{O'F'}}{\overline{O'A_3'} + \overline{O'F'}}$$

$$\overline{O'A_3} = \overline{O'O_1} + \overline{O_1A_3} = -12 + 20 = +8 \text{ cm}$$

$$\overline{O'A_3'} = \frac{(8)(-15)}{(8)+(-15)} = +17,1 \text{ cm}.$$

2) $$\overline{\gamma_{tn}} = \overline{\gamma_1} \times \overline{\gamma_2} = \frac{\overline{O_1A_3}}{\overline{O_1A_1}} \times \frac{\overline{O'A_3'}}{\overline{O'A_3}} = \frac{(+20)}{(-20)} \times \frac{(+17,1)}{(+8)}$$

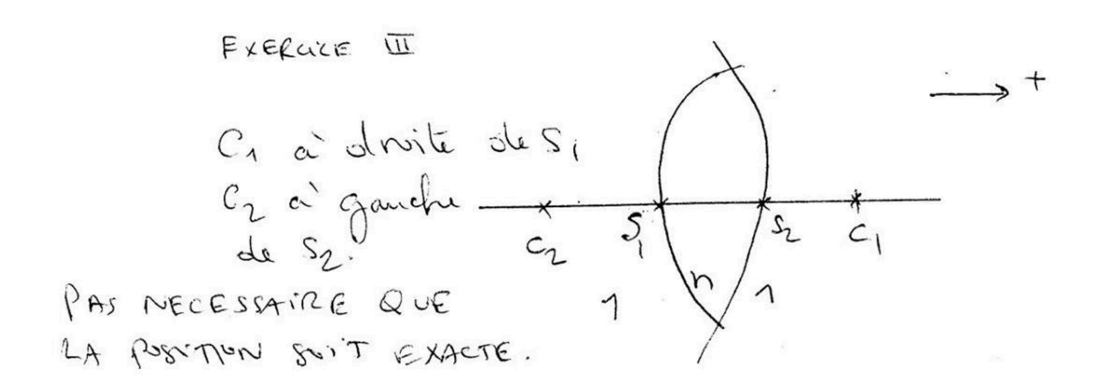
$$\overline{\gamma_{tn}} = -2,14$$

3) construction sur papier

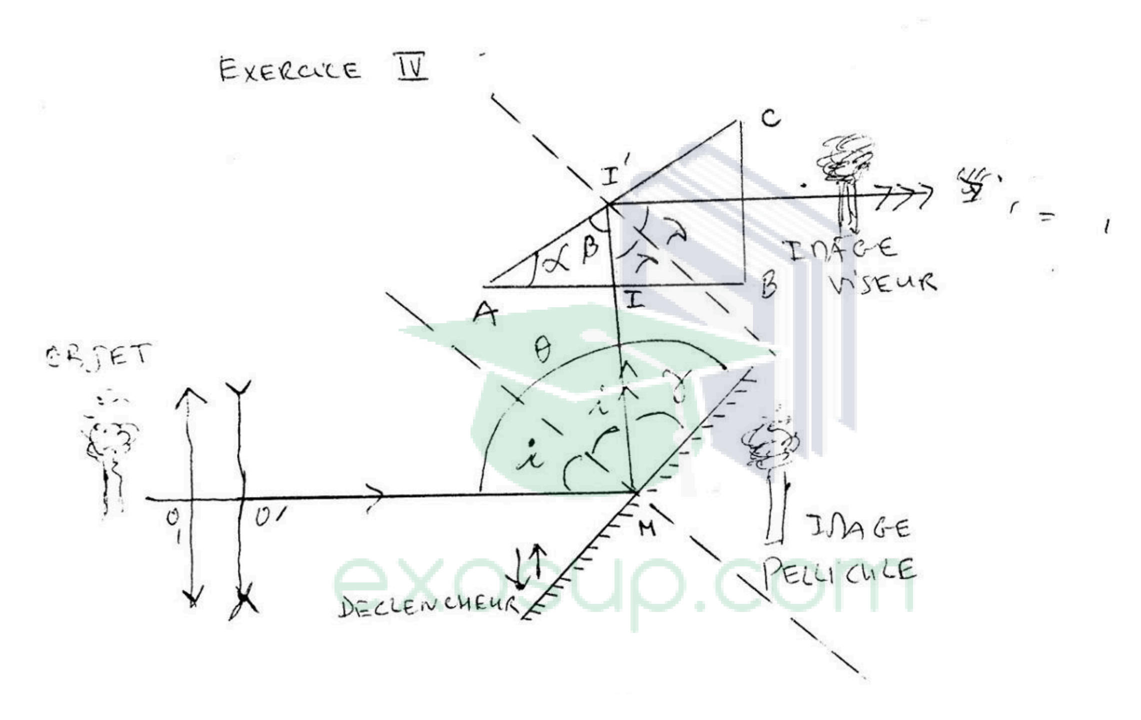
exosup.com

exosup.com page facebook

EXERCICE III



EXERCICE IV



1) $i = \gamma$ et $2i = 90°$ $\Rightarrow$ $\gamma = 90/2 = 45°$

$\Rightarrow \theta = 2i + \gamma = 90 + 45 = 135°$

2) $\sin\lambda > \frac{1}{n} \Rightarrow \lambda > \arcsin\frac{1}{n} \simeq 42°$

$\lambda > 42°$

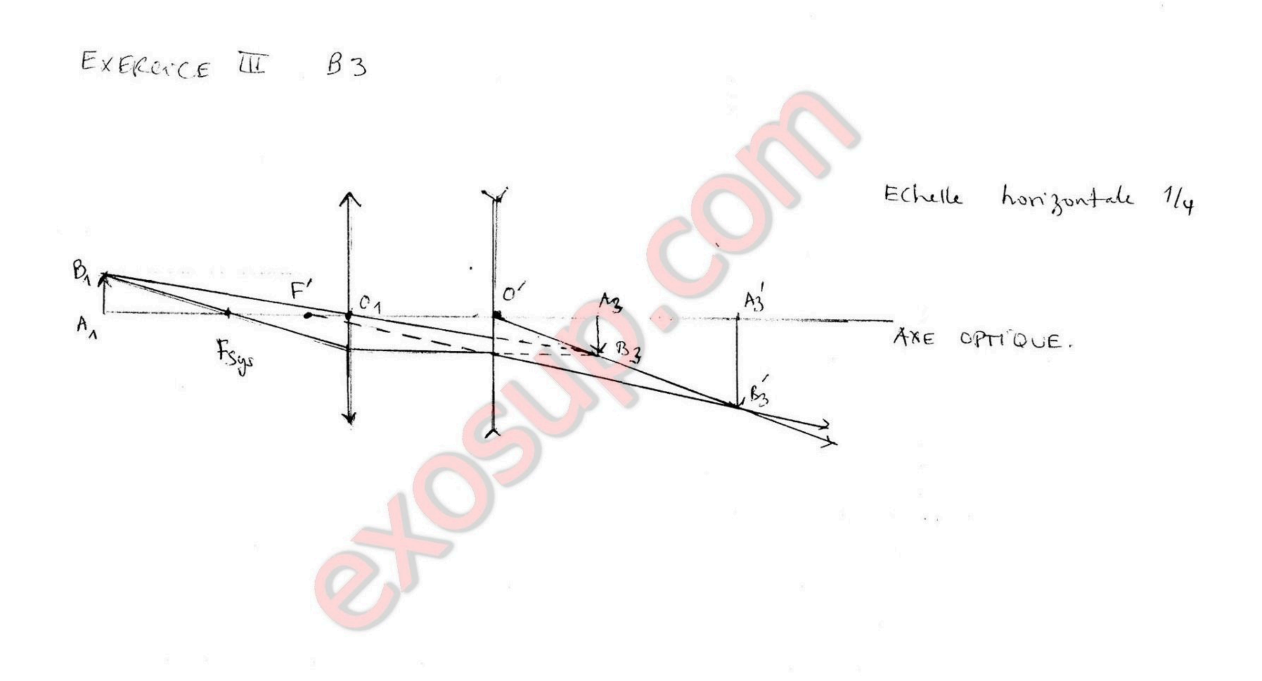
3) $A\hat{I}I'$: $\beta + \alpha + \pi/2 = \pi$ et $\beta = \pi/2 - \lambda$

$\Rightarrow \alpha = \lambda$ comme $2\lambda = 90° \Rightarrow \alpha = \lambda = 45°$

4) $i' = 0 \Rightarrow r' = 0$

5) APPAREIL PHOTO. (VOIR SCHEMA)

exosup.com page facebook



exosup.com page facebook